Reference of JP-H-4-14029

19日本国特許庁(JP)

⑩特許出願公開

平4-79629

⑫ 公 開 特 許 公 報 (A)

@Int. Cl. 5

識別記号

庁内整理番号

❸公開 平成4年(1992)3月13日

H 04 J 3/14 H 04 L 25/02

301 A

7117-5K

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全13頁)

図発明の名称

SDHデイジタル多重伝送路の監視方式

②特 願 平2-193135

20出 願 平2(1990)7月23日

特許法第30条第1項適用 1990年3月5日発行の「1990年電子情報通信学会春季全国大会講演論文集 分冊3」に発表

@発明者原

博 之

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式

会社内

⑩発 明 者 矢 野

健剛

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式

会社内

@発明者 星野

隆 資 東

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式

会社内

勿出 願 人 日本電信電話株式会社

株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

四代 理 人 弁理士 三好 秀和

外1名

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

SDHディジタル多重伝送路の監視方式

2. 特許請求の範囲

(1)低速パスを終端する低速パス終端装置と、 低速パスの中間において複数の低速パスを高速パ スに多重分離するとともに高速パスを終端する複 数の高速パス終端装置とを有し、各パス終端装置 は受信したパスの信号の異常状態および自装置の 異常装置の検出により異常通知情報を生成する手 段を有しているSDIディジタル多重伝送路の監 视方式であって、前記高速パス終端装置は、異常 状態を検出した高速パスの識別子を前記異常通知 情報とともに監視情報として異常状態を検出した 高速パスに収容されているすべての低速パスのフ レームフォーマット上のオーバヘッドに割り付け 挿入する手段を有し、前記低速パス終端装置は、 受信した低速パスのオーバヘッドから前記監視情 報を分離解析する手段を有することを特徴とする SDHディジタル多重伝送路の監視方式、

(2)低速パスを終端する低速パス終端装置と、 低速パスの中間において複数の低速パスを高速パ スに多重分離するとともに高速パスを終端する複 数の高速パス終端装置とを有し、各パス終端装置 は受信したパスの信号の異常状態および自装置の 異常状態の検出により異常通知情報を生成する手 段を有しているSDHディジタル多重伝送路の監 視方式であって、前記高速パス終端装置は、次の 区間の高速パスのフレームフォーマット上のオー バヘッドに対し、異常状態にある高速パスまたは 装置の識別子、異常状態を検出した時刻を前記異 常通知情報とともに監視情報して挿入する手段と、 前の区間からの監視情報を転送する手段とを有し、 前記低速パス終端装置は、隣接した高速パス終端 装置から受け取った前記監視情報から異常状態を 検出した時刻を分離し、低速パスの異常状態を検 出した時刻と比較分類する手段を有することを特 敬とするSDHディジタル多重伝送路の監視方式。 3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

本発明は、光ファイバケーブルを使用したディジタル多重伝送路を監視するSDHディジタル多重伝送路の監視方式に関し、特に国際電信電話 諮問委員会(CCITT) 勧告 G. 707. G. 708. G. 709. その他に略拠するインタフェースを用いた多重伝送方式に関する。

(従来の技術)

この種の多重伝送路は、第9図に示すように、エリアAとエリアBの間に情報の伝送を行うために設定されている低速パスPLおよび該低速パスPLの途中が通過している高速パスRNを有し、低速パスの一端はエリアAにおいて低速パスを開発した。で終端され、他端され、ので終端され、他端されてののはエリアAにおいて高速パスを開発している。なお、第9図では、1つの低速パスPLのみが高速パスPNを通って、実際には高速パスに複数の低速パスが多い。

(発明が解決しようとする課題)

上述した従来の多単伝送路の監視方式においては、例えば高速パスが故障すると、高速パス終端装置から故障情報が出力されると同時に、該高速パスの中に収容されている低速パスも故障情報が出力され、監視制御装置およびセンタ装置には多で変もあるをである。という問題がある。

また、これらの多くの故障情報から故障点を特

重分離して通るようになっている。このような多重伝送路において、例えば低速パスPLが1.5 Mb/sであり、高速パスPNが52 Mb/sであるということがある。なお、このような多重伝送路を監視する方式は、さまざまな形態で実別化され、その代表的な例は横山、山口、北沢、山田「COSMICSを構成する技術」NTT発行、施設、Vo1.40,No.11,60頁以下(1988年)に開示されている。

新り図に示す多重伝送路において、例えば故障点Pで高速パスPNに異常が発生したとすると、高速パスPNを終端する高速パス終端装置Tna.
Tnoで検出される故障情報 Ana、 Anoが出力されると同時に、該高速パスPNの中に収納されている低速パスPしも故障するため、高速パスPNに収容されている低速パスPしを終端する低速パスPしを終端する低速パス Pしを終端する低速パス Pしを終端する低速パス Pしを終端する低速パス Pしを終端する低速パス Pしを終端する低速パス Pしを終端する低速パス Pしを終端を置ける Control を Control を

定するには、どの低速パスがどの高速パスに収容されているという情報をデータベースとして持っている必要がある。すなわち、監視制御装置には 関連するすべてのパス終端装置間の接続関係等を 示す網構成データベースが必要であり、構成が複雑であるという問題がある。

更に、 網構成データベースは現実の接続関係に 完全に一致していることが必要であり、 接続関係 の変更毎にデータを変更する必要があるというよ うに 最新の情報を常に維持していなければならな いという面倒な作業が必要であるという問題があ

本売明は、上記に鑑みてなされたもので、その 目的とするところは、簡単な構成でパスの異常状態の内容を適確に判断することができるSDHディジタル多重伝送路の監視方式を提供することに ある。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するため、本発明のSDHデ

ィジタル多重伝送路の監視方式は、低速パスを終 端する低速パス終端装置と、低速パスの中間にお いて複数の低速パスを高速パスに多重分離すると ともに高速パスを終端する複数の高速パス終端装 置とを有し、各パス終端装置は受信したパスの信 号の異常状態および自装置の異常状態の検出によ り異常通知情報を生成する手段を有しているSD Hディジタル多重伝送路の監視方式であって、前 記高速パス終端装置は、異常状態を検出した高速 パスの識別子を前記異常通知情報とともに監視情 報として異常状態を検出した高速バスに収容され ているすべての低速パスのフレームフォーマット。 上のオーバヘッドに削り付け挿入する手段を有し、 前記低速パス終端装置は、受信した低速パスのオ ーバヘッドから前記監視情報を分離解析する手段 を 有することを 要旨とする.

また、本発明のSDHディジタル多重伝送路の 監視方式は、低速パスを終端する低速パス終端装置と、低速パスの中間において複数の低速パスを 高速パスに多重分離するとともに高速パスを終端

フォーマット上のオーバヘッドに割り付け挿入し、 低速パス終端装置は受信した低速パスのオーバヘッドから監視情報を分離解析している。

(実施例)

以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

第1図は本発明の一実施例に係わるSDHディジタル多単伝送路の監視方式が適用される多重伝送路の構成を示す図である。 同図に示す多重伝送路は、低速パスレP」、 しP2、低速パス終端装

(作用)

本発明のSDHディジタル多重伝送路の監視 方式では、異常状態を検出した高速パスの識別子 を異常通知情報とともに監視情報として該高速パ スに収容されているすべての低速パスのフレーム

選して、、して。、低速パスの中間に設置され、低速パスを高速パスHP、、HP。、HP。」、HP。」。 近か離するとともに高速パスを終端する高速パス 終端装置HT、、HT。、HT。を含む、各装置は受信される信号および自装置の動作状態から監 視情報を生成する手段を備えている。

特閒平4~79629 (4)

送されてきた監視情報(S』+S』)に加え、高速パスHP』と自装置の異常状態通知情報を含む 監視情報S。を低速パスLP」のオーバヘッドに 挿入する。

このようにして低速パス終端装置して。は、終端している低速パスしア」が経由してきた全ての高速パスおよび高速パス終端装置の監視情報を自動的に収集することができる。 従って、 検出した 低速パスの異常状態を、 低速パスが経由してきた 高速パスおよび高速パス終端装置の異常状態と関係付け、その原因を特定することが可能になる.

第2図は第1図に示した前記高選バス終端装置 HT。, HT。および低速バス終端装置して。の 構成を詳しく示すブロック構成図である。本実施 例では、高速バスとして150Mb/s信号(VC-32)を用いた場合について示している。第3図 は、150Mb/s信号および52M信号のフレ ームフォーマットを示す。各記号は第1褒のとお りであり、X印を付したバイトは各国で自由に利 用できるように定められている。パスオーバヘッドのうち保守者の便宜用バイトF2、予備用バイト Z 3 ~ 2 5 が本発明に利用可能である。本構成例では、F2バイトを利用し、監視情報を転送する例となっている。

以下余白

第1表(第3図の記号)

		
オーバヘッドバイト		用 途
セ	Λ1, Λ2	フレーム同期
2	B 1	中継セクション区間の誤り監視
シ	B 2	セクション区間の誤り監視
9	D1-D3	保守運用に使用
レ	04-012	
オ	E1. E2	保守者用货声通信
1	C 1	STN-N 内のSTN-1 多重番号の指定
バヘ	K1, K2	セクション区間の切替制御、警報 転送
7	F1	保守者の便宜
k	21, 22	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
ボイ	H1, H2	VC-32 パスの先頭位相の指示
インタ	113	周波数同期
K	J1	VC-32 パス接続経路確認
7	В 3	VC-32 パス区間の誤り監視
1 *	C2, G1	警 報 転 送
1	F2	保守者の便宜
べへ	114	マルチフレーム表示
ド	23~ 25	予储

また、異常状態として、"信号断"、"訊り率 がある値以上の状態(訳り串は、上記 B 1 . B 2 . B3バイトによって検出されたビット誤りを用い て装置内で算出される)"、"受信回路の故障等 の自装置故障"の3状態を定義する。そのため、 高速パス終端装置は、受信した高速パスおよび自 装置の動作情報から異常状態通知情報ALMuを 生成する手段として、フレーム同期がとれなくな ったことにより信号断を検出するフレーム同期回 路11、21、誤りが発生したことを検出する訳 り検出回路12、22、試り率が所定値を越えた ことを検出する誤り率算出回路13、23および 自装置の故障状態を監視する装置監視回路14、 2.4を備える。また、前記異常状態通知情報 A.L. Mnに終端している高速パス名または装置名を示 す識別子ID』(記憶回路15、25に予め記憶 させている)を付加し、監視情報S。、Scを組 み立てる監視情報生成回路17、27を備える、

低速パス終端装置は、受信した低速パスと自装 置の動作情報から異常状態通知情報ALM Lを生 成する手段として、誤りが発生したことを検出する誤り検出回路32、誤り率が所定値を越えたことを検出する誤り率算出回路33および自装置の故障状態を監視する装置監視回路34を値える。

高速パス終端装置HT』は、受信した高速パス HP, に収容されている低速パスLP, . LP2 のパスオーバヘッドから監視情報を分離し、自装 護で生成した監視情報S。を付加して再度低速パ ・スレア」、レアンのパスオーバヘッドに挿入する 構成となっている。高速パス終端装置HT。は、 受信した低速パスレド。のパスオーバヘッドから 監視情報を分離し、自装置で生成した監視情報 S.c を付加し、再度低速パスLP」のパスオーバ ヘッドに挿入する構成となっている。また、低速 パス終端装置して。は受信した低速パスしP」の パスオーバヘッドにより転送されてきた高速パス の監視情報と自装置で検出した監視情報とを比較 分析し、故障原因の特定をする構成である。すな わち、高速パス終端装置HT。、HT。は、受信 した高速パスに収容されている低速パスを分離す

る低速パス分離回路18,28、低速パスのパスオーバヘッドのF2バイトを分離し、「分離された信号の監視情報をそのまま再度挿入する」、

「監視情報生成回路17、27の出力を付加して押入する」、のいずれかを監視情報生成回路からの異常状態通知情報ALM」の有無に従って選択する選択回路19-1、19-2、29を備える。なお、選択回路は低速パス対応に備えられる。高速パス終端装置川下。は低速パスを再度高速パスに多重化する低速パス多重回路20-1、20-2を備える。

一方、低速パス終端装置して。は、低速パスのパスオーバヘッドのF2バイトを分離するF2分離回路37、高速パス終端装置で挿入され、F2バイトで転送されてきた監視情報と自装置で検出した監視情報とを比較分析して、低速パスの異常の原因を特定する分析回路38を備える。

次に、監視情報を低速パスのフレームフォーマット上のオーバヘッドに挿入する方法を詳しく説明する。第2図において、高速パスHP』におい

て異常(試り率劣化:説り率が規定された低以上)が発生した場合を例にとり説明する。まず、高速パス終端装置HT。の検出回路12は、高速パスHP、の試り平劣化を検出し、異常状態通知情報 A L M m x を監視情報生成回路17に送る。監視情報生成回路17に送る。監視情報生成回路17では、高速パスHP、の識別子ID m x を記憶回路15から読み取り、監視情報S。を生成し、選択回路19-1、19-2へ送る。

選択回路19-1、19-2は、監視情報S。を低速パスしP」のパスオーバヘッドF2バイトに挿入すると同時に「VC-32パス区間の別り、低速パイトB3」の付替えを行う。すなわちン、低速パスであるVC-32パスはエンドーエントーンとでは、のの場合には、ションでは、リーブで監視されている。そのままでは低速のでは、のはないできない。B3バイトの付替え処理いて、を挿入すると、そのままでは低速のの関係ができない。B3バイトの付替え処理の方法を選択回路の詳細構成図である第4図を用いて、毎日はいて、41はパリティチェ

ック回路、42はF2分離回路、43はデータ受 信回路、44はデータ結合回路、45はデータ送 信回路、46はF2挿入回路、47はパリティ付 **巷回路である。この動作においては、入力した低** 速パスLP: 信号はパリティチェック回路 4 1 で、 ここまでの間に誤りが発生していないかを判定さ れる。同時に、F2分離回路42によりパスオー バヘッドからF2バイトが分離され、データ受信 回路により前区間からの監視情報が取り出される。 データ結合回路44は、前区間からの監視情報が 無い期間に監視情報S。をデータ送信回路45に 送る。データ送信回路15は監視情報S。にデー タ通信のためのフレーム信号等を付加し、例えば 既知のHDLC信号を組立て、F2挿入回路46 に送る。F2挿入回路46では低速パスP。のパ スオーバヘッドのド2バイトにデータ送信回路4 5から送られてきた信号を挿入する、パリティ什 替回路 4.6 は、監視情報 S。 が挿入された低速パ ス(VC-32パス)信号のインタリーブドパリ ティの再計算を行い、次のフレームのB3バイト

に計算結果をパリティビットとして乗せる。このとき、パリティチェック回路41が割りを検出した場合に、相当するビットの1/0を反転して乗せることにより、前区間での監視状態が保存される。

低速パス終端装置して。の該り事算出回路33は高速パスにおいて発生した該り事劣化に起因する低速パスしP」の試り事の劣化を検出し、異常状態通知情報ALMLを分析回路38に送る。一方、分析回路38の他方の入力端子には低速が一方、かけのパスオーバへッドのF2バイトによりかによりか離され、入力される。がF2分離回路37により分離され、入力される。がF2分離回路は異常状態通知情報ALMLと高速パスの設切事劣化が高速パストPLの誤り事劣化に起因すると判断できる。

上述した多重伝送路の監視方式では、低速パス 終端装置で低速パスの動作状態を監視する方式に おいて、低速パスの中間に設置される高速パス終

めた各種速度の信号が使用可能である。そのセクションオーバヘッド、パスオーバヘッドには、複数バイトについて種々の目的に利用できる余裕がある。これらのバイトを用いて、必要な監視情報を効率的に伝送することができる。上記勧告 G. 707、G. 708、G. 709については、国際電気通信連合発行「ブルーブック」に詳しく記載されている。

端装置の動作状態を示す監視情報を、その低速パスの受信端に設けた低速パス終端装置まで低速パスの主信号のフレームフォーマット上のオーバヘッドに挿入して自動的に転送させることにより、主信号通路とは別の監視情報信号用の通信路を不要とし、かつ低速パス終端装置において、当該パスの品質変動時にその発生原因等の情報を容易に収集することを可能にし、その原因を判断可能とするものである。

更に具体的には、多重伝送路の監視方式では、フレームフォーマット上のオーバヘッドの中に故障 (異常、エラー)を検出した場所 (時点)で故障内容を付加しているものである。そして、高速パスに故障が発生すると、その高速パスに収容されている低速パスのオーバヘッドにその故障情報を載せている。

国際電信電話諮問委員会(CCITT)勧告G. 707、G. 708、G. 709、その他には、主信号のフレームフォーマットが定義されている。本実施例におけるパスとしては、セクションを含

次に、この動作について説明する。一般に高速 パス、低速パスは両方向の伝送を行うが、説明は 片方向についてのみ行う。高速パス終端装置には、 予め終端している高速パスおよび装置自身を識別 する識別子IDを割り振り、記憶させてある。ま ず、高速パス終端装置HT。は自装置の監視情報 S、を高速パスHP、のオーバヘッドに挿入する。 高速パス終端装置HTnは、前区間の高速パスH P、のオーバヘッドにより転送されてきた監視情 報S」に高速パスHP」と自装置の異常状態通知 情報を含む監視情報S」を加え、次の区間の高速 パスのオーバヘッドに挿入する。この時、高速 パスHP。に収容されている低速パスしP。とし P。は各々高速パスHPョとHPョ2に分離される ため、監視情報(Sa + Smi)はHPaiとHPaz の両高速パスのオーバヘッドに挿入する。同様に、 高速パス終端装置HT。は、高速パスHPョョのオ ーバヘッドにより転送されてきた監視情報 S maと 高速パスHP。のオーバヘッドにより転送されて きた監視情報 (S、+Sョ」) に高速パスHPョッ.

HPs」と自装置の異常状態通知情報を含む監視情報Scを加え、監視情報(Sa + Sa」 + Sa」 + Sc)として次の区間の高速パスHPcのオーバヘッドに挿入する。高速パス終端装置はHT。は、高速パスHPcのオーバヘッドにより転送されてきた監視情報に高速パスHPcと自装置の監視情報Soを加え、低速パス終端装置して。に装置間の情報線しを用いて転送する。

このように低速パス終端装置して。では、終端している低速パスしり、としり、が経由してきた全ての高速パスおよび高速パス終端装置の監視情報を把握することができるため、検出した低速パスの異常状態を、低速パスが経由してきた高速パスおよび高速パス終端装置の異常状態と関係付け、その原因を特定することができる。

 を用いた場合について示している。150Mb/s信号および52M信号のフレームフォーマットは前途した第3図で示すとおりである。セクションオーバヘッドの上3行は、中継区間を含めて故障の特定を行う場合には、第1表の保宜用バイトF1、上3行内のX印を付したバイトが本発明に利用可能投情報を転送する例となっている。

また、異常状態として、前述したように、"信号所"、"設り串がある値以上の状態"、"受信回路の故障等の自装置故障"の3状態を定た設定を定る。そのため、高速での動作情報から異常状態通知情報がとして、フレームの動作情報がといる。というないないない。またことを検出する説り率算出回路13,

33および自装置の故障状態を監視する装置監視 回路14.34を備える。また、前記異常状態通 知信号ALM』に異常を検出した時刻TM』(時 計16.36により求められる)と終端している 高速パス名または装置名を示す識別予1D』(記 位回路15.35に予め記憶させている)を付加 し、監視情報Sc.Soを組み立てる監視情報生 成回路19.39を備える。

端装置へ転送する構成となっている。また、低激 パスして。は情報終しを介して高速パス終端装置 HT。から送られてきた高速パスの監視情報と自 装置で検出した監視情報とを比較判定し、故障原 因の特定をする構成である。すなわち、高速パス 終端装置HTc,HT。は、受信した高速パスか SF1バイトを分離するF1分離回路17、37 および分離された信号から監視情報を取り出すデ ータ受信回路18、38を備える。また、前の高 速パス区間からの監視情報をそのまま次の高速パ ス区間へ伝送する。監視情報生成回路19、39 の出力を付加して次の区間へ伝送する、のいずれ かを異常状態通知情報ALMmの有無に従って選 択する選択回路21、41を備える。多重分離回 路20、40は高速パスに収容されている低速 パスを多重分離する。また、高速パス終端装置H Tcは、高速パスHPcのF1バイトに監視情報 を挿入するF1挿入回路23を備えている。

一方、低速パス終端装置して。は、低速パスの 異常を検出した時刻TM』(時計56によって与

特開平4-79629 (8)

えられる)と高速バス終端装置から送られてきた 監視情報の中の時刻TM』との比較判定を行い、 自装置で検出した異常状態通知情報ALM」との 関係付けを行う比較判定回路64を備える。

メッセージ通信を行うため、高速パス終端装置 HT。、HT。はデータ受信回路18、19とデータ送信回路22、24を備え、低速パス終端装置して。はデータ受信回路58を備える。これら 送受信回路間の通信手順としては、既知のHDL C手順等を用いることにより、容易に高品質な通信を行うことができる。監視情報をメッセージと して伝送する場合のHDLCフレーム構成の一例 を第7図に示す。

次に、監視情報を高速パスのフレームフォーマット上のオーバヘッドに挿入する方法および故障原因の特定方法を詳しく説明する、第6図において、高速パスHP。」とHP。」において各々時刻TMu」とTMu」に異常(説り単劣化:護り串が規定された値以上)が発生した場合を例にとり説明する。まず、高速パス終端装置HT。の検出回路1

HP。および自装置が異常状態でないため、F1分離回路37により分離されたF1バイトの監視情報をそのまま情報線しを介して低速パス終端装置して。に伝送する。

低速パス終端装置しP。の訊り事算出回降53は高速パスHP。」において発生した訊り事劣化に起因する誤り事の劣化を検出し、異常状態通知情報 A L M こを比較判定回路64に送る。比較判定回路64では、訊り事劣化を検出した時刻TMこを時計56から読み取り、監視情報S。から分離した時刻TM。」、TM。」と比較する。同一の原因で生じた異常状態の検出時刻には次の関係が成立している。

 $TML_1 = TM_{HI} + \alpha$

αは高速パスでの伝送遅延時間および装置内での 処理時間であるが、一般には高々数100m s 程 度であり、検出時刻の比較に際して、許容誤差範 囲を数100m s にとることにより、異常状態通 知情報のALM、とALM m i が同一原因で生じた ことを正しく判定できる、なお、TM、」とTM m p

2は、高速パスHP。1の歌り奉劣化を検出し、異 常状態通知情報 Λ L Μ 山を監視情報生成回路 1 9 に送る。監視情報生成回路19では、副り串劣化 を検出した時刻TMiiを時計16から、高速パス HPiの識別子IDinを記憶回路15から読み取 り、監視情報Saiを生成し、選択回路21へ送る。 高速パスHPssの誤り串劣化についても同様に監 视情報Scy(異常状態通知情報ALMiny、検出時 刻 T M no、識別子 I D no)が生成され、選択回路 21へ送られる。選択回路21では、前区間の高 速パスHP**, HP**のオーバヘッドにより転送 されてくる監視情報は存在しないため、自装置で 生成した監視情報Sc(Scょ+Scょ)のみをデー 夕送信回路22へ送る。データ送信回路22では、 HDLCのフレーム構成を組立て、F1挿入回路 23によって高速パスHP。 のフレームフォーマ ット上のオーバヘッドに挿入する。この場合に、 F1パイトでは第8図に示すメッセージが送られ

次段の高速パス終端装置HT。では、高速パス

との時間差は数100ms以上となるため、ALM」の原因をALM」と誤判定することはない。このように検出した時刻を比較することにより、低速パス終端装置して。で終端している複数のパスで異常が検出された場合においても、各々のパスの異常の原因となっている高速パスを容易に特定することが可能となる。

上述した多重伝送路の監視方式では、故障情報として故障の発生時刻を用いてオーバヘッドに観せている。低速パスの終端部で自己のパス(低速パス)が何時認ったか、すなわち故障が起きたかを検出する。この時刻を例えばAとする。高速パスのオーバヘッドに時刻情報を登せる。この時刻を倒えばBとする。そして、AとBの時刻を照合することによって、Aの原因はBを発生した高速パスであることがわかるのである。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、高速パス終端装置で検出した異常状態通知情報を高速パ

スまたは装置の識別子とともに監視情報として高 速パスが収容しているすべての低速パスのフレー ムフォーマット上のオーバヘッドを用いて、低速 パス終端装置まで伝送しているため、または高速 パス終端装置で検出した異常状態通知情報を高速 パスまたは装置の識別子および検出した時刻とと もに監視情報として高速パスのフレームフォーマ ット上のオーバヘッドを用いて、順次高速パス終 端装置を転送し、低速パス終端装置まで伝送して いるため、低速パス終端装置では自装置で検出し た低速パスの信号の異常状態と高速パスの異常状 態を関係つけて、故障区間を特定できるので、各 パス終端装置から故障区間特定のための監視装置。 までの別の通信路が必要なくなるとともに、故障 区間の特定を行うためのパス終端装置間の接続関 係等を示す網構成データベースが不要になる等デ ータベースの維持のための作業が不要になる. 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係わるSDHディジタル多重伝送路の監視方式を適用した多重伝送

LTA, LTB, LTC, LTD・・・低速パ ス終端装置

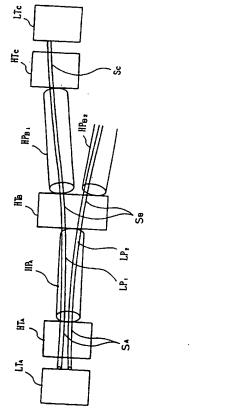
LP1, LP2, LP3・・・低速パス

代理人亦理士 三 好 秀 和

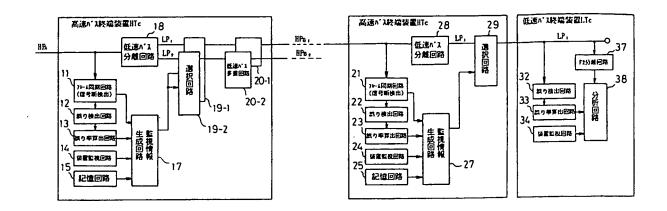
路の構成を示す図、第2図は第1図の多重伝送路 に使用される高速パス終端装置および低速パス終 端装置の構成を詳細に示すブロック図、第3図は 第1図の実施例のオーバヘッドの構成例を示す 1 5 0 M b / s 信号および 5 2 M b 信号のフレーム フォーマットを示す図、第4図は第2図の高速パ ス終端装置に使用されている選択回路の構成を示 すブロック図、第5図は本発明の他の実施例に係 わるSDHディジタル多重伝送路の監視方式が適 用される多重伝送路の構成を示す図、第6図は第 5 図の多重伝送路に使用される高速パス終端装置 および低速パス終端装置の構成を詳細に示すブロ ック図、第7図はF1バイトへ挿入する監視情報 のメッセージ構成の一例を示す図、第8図はF1 バイトへ挿入する監視情報のメッセージの具体例 を示す図、第9図は従来の多重伝送路の監視方式 の構成図である。

HTA, HTB, HTC, HTD···高速パス終端装置

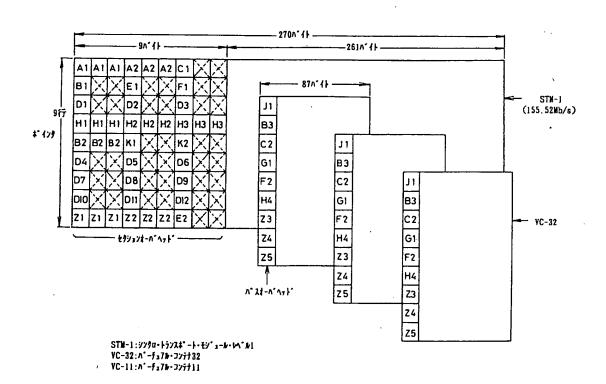
HPA, HPB, HPC···高速パス



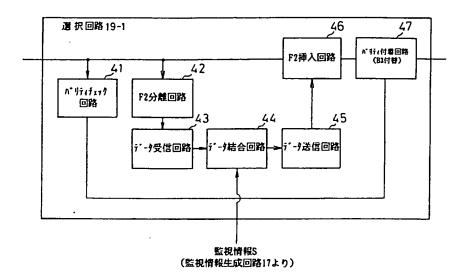
 \boxtimes



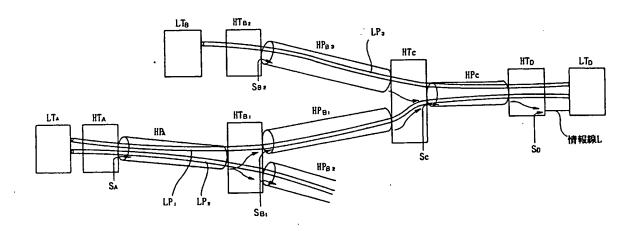
44、2図



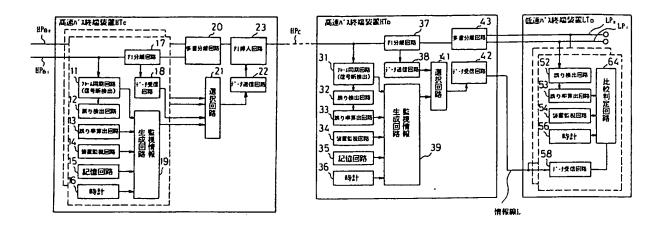
第 3 図



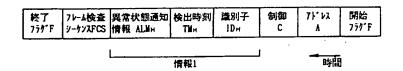
4月 4 🗵



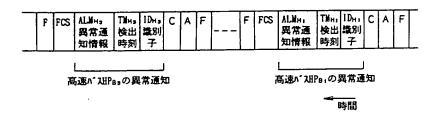
第5図



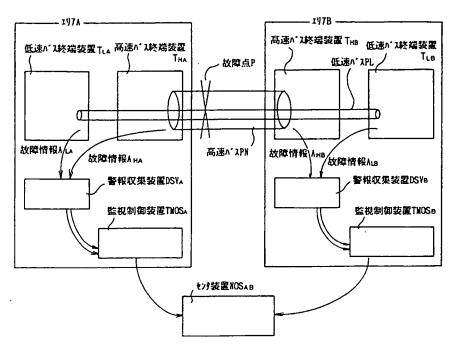
第6図



第 7 図



第 8 図



第9図

第1頁の続き ⑫発 明 者 海 野 俊 一 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式 会社内

- (19) Japanese Patent Office (JP)
- (12) Patent Office Gazette (A)
- (11) Patent No. 79629/1992 (Heisei 4)
- (43) Laid-open date: March 13, 1992
- (54) [Title of the Invention]

SYSTEM OF MONITORING SDH DIGITAL MULTIPLEX TRANSMISSION LINE

- (21) Application No. JP-B No. 193135/1990
- (22) Date of filing September 23, 1990

Application of Term 1 of Article 30 of Patent Law Published in "1990 Spring National Convention Lecture Papers Volume 3 of The Institute Electronic, Information and Communication and Engineers"

(72) Inventors: Hiroyuki HARA, Kenkou YANO, Takashi HOSHINO, Shunichi UNNO

Nippon Telegraph and Telephone Corp.

Uchisaiwaicho 1-chome 1-6, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

- (71) Applicant: Nippon Telegraph and Telephone Corp. Uchisaiwaicho 1-chome 1-6, Chiyoda-ku, Tokyo
- (74) Agent: Patent Attorney, Hidekazu Miyoshi, and another

Specification

1. Title of the Invention

SYSTEM OF MONITORING AN SDH DIGITAL MULTIPLEX TRANSMISSION LINE

- 2. Claims
- (1) A system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line, comprising:

low-speed path terminating devices that terminate low-speed paths; and

plural high-speed path terminating devices that demultiplex plural low-speed paths to high-speed paths in the middle of the low-speed paths and terminate the high-speed paths, each of the path terminating devices having a means for generating error notification information upon detection of error conditions of a received path signal and the device, wherein

the high-speed path terminating devices have a means for inserting an identifier of a high-speed path in which an error condition was detected, together with the error notification information, as monitoring information, into overheads on frame formats of all low-speed paths housed in the high-speed path in which the error condition was detected, and the low-speed path terminating devices have a means for separating the monitoring information from received overheads of the low-speed paths to analyze it.

(2) A system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line, comprising:

low-speed path terminating devices that terminate

low-speed paths; and

plural high-speed path terminating devices that demultiplex plural low-speed paths to high-speed paths in the middle of the low-speed paths and terminate the high-speed paths, each of the path terminating devices having a means for generating error notification information upon detection of error conditions of a received path signal and the device, wherein

the high-speed path terminating devices have a means for inserting an identifier of a high-speed path or a device in error condition and the time when the error condition was detected, together with the error notification information, as monitoring information, into an overhead on a frame format of a high-speed path of a next section, and a means for transferring monitoring information from a preceding section, and the low-speed path terminating devices have a means for separating the time when an error condition was detected from the monitoring information received from an adjacent high-speed path terminating device, and comparing the time with the time when an error condition in a low-speed path was detected.

3. Detailed Description of the Invention (Purpose of the Invention)

(Field of Industrial Application)

The present invention relates to a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line monitoring a digital multiplex transmission line employing optical fiber cables, and more particularly to a multiplex transmission system employing

interfaces conforming to G.707, G.708, G.709, and others recommenced in International Consultative Committee for Telephone and Telegraph (CCITT).

(Prior Art)

A multiplex transmission line of this type, as shown in FIG. 9, has a low-speed path PL provided to transmit information between areas A and B, and a high-speed path PN passing through the middle of the high-speed path PN. One end of the low-speed path is terminated in a low-speed path terminating device T_{LA} in the area A, and the other end is terminated in a low-speed path terminating device T_{LB} in the area B. One end of the high-speed path PN is terminated in a high-speed path terminating device T_{HA} in the area A, and the other end is terminated in a high-speed path terminating device T_{HB} in the area B. In FIG. 9, only one low-speed path PL passes through the high-speed path PN. However, actually, plural low-speed paths demultiplexed to high-speed paths. In such a multiplex transmission line, assume that the low-speed path PL operates at 1.5 Mb/s and the high-speed path PN operates at 52 Mb/s. A system of monitoring such a multiplex transmission line is commercialized in various modes. Its representative example is disclosed in Yokoyama, Yamaguchi, Kitazawa, Yamada: "Technology of Configuring COSMICS," NTT, Vol. 40, No. 11, page 60 and before (1988).

In the multiplex transmission line shown in FIG. 9, assume that a failure occurs in the high-speed path PN at a failure point P. Failure information A_{HA} and A_{HB} detected in high-speed

path terminating devices T_{HA} and T_{HB} terminating the high-speed path PN is outputted. At the same time, since the low-speed path PL housed in the high-speed path PN also fails, failure information A_{LA} and A_{LB} detected in the low-speed path terminating devices T_{LA} and T_{LB} terminating the low-speed path PL is outputted. These pieces of failure information are transferred to monitoring controllers $TMOS_{\mathtt{A}}$ and $TMOS_{\mathtt{B}}$, and a center device $NOS_{\mathtt{RB}}$ via alarm collecting devices DSV_A and DSV_B . The monitoring controllers and the center device register in advance the high-speed path PN, the high-speed path terminating devices T_{HA} and T_{HB} , the high-speed path PN, and the low-speed path terminating devices T_{LA} and T_{LB} as network configuration information. Thereby, based on the inputted failure information A_{HA} , A_{HB} , A_{LA} , and A_{LB} , the monitoring controllers and the center device locate a failure section and failure contents within an area and between areas, respectively.

(Problem to be Solved by the Invention)

In the above-mentioned conventional system of monitoring a multiplex transmission line, for example, if the high-speed path fails, failure information is outputted from the high-speed path terminating device. At the same time, the low-speed path housed in the high-speed path also fails, and failure information is also outputted from the low-speed path terminating devices. As a result, since much failure information will concentrate or must be concentrated in the monitoring controllers and the center device, there is a problem that, in addition to communication lines for transmitting main signals, additional

communication lines from each path terminating device to the monitoring controllers and the center device are required.

Moreover, to locate a failure point from the much failure information, it is necessary to have a database containing information indicating which low-speed paths are housed in which high-speed paths. Specifically, the monitoring controllers must have a network configuration database indicating connection relationships among all related path terminating devices, and there is a problem in that the configuration is complicated.

Furthermore, the network configuration database must perfectly reflect actual connection relationships, and always hold the most recent information by changing data each time a connection relationship is changed. This requires cumbersome operations.

The present invention has been made in view of the above circumstances and provides a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line that can correctly judge the contents of path error conditions with a simple configuration.

[Configuration of the Invention]

(Means for Solving the Problems)

To achieve the above object, a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line of the present invention comprises: low-speed path terminating devices that terminate low-speed paths; and plural high-speed path terminating devices that demultiplex plural low-speed paths to high-speed paths in the middle of the low-speed paths and terminate the high-speed paths, each of the path terminating devices having a means for

generating error notification information upon detection of error conditions of a received path signal and the device. The high-speed path terminating devices have a means for inserting an identifier of a high-speed path in which an error condition was detected, together with the error notification information, as monitoring information, into overheads on frame formats of all low-speed paths housed in the high-speed path in which the error condition was detected. The low-speed path terminating devices have a means for separating the monitoring information from received overheads of the low-speed paths to analyze it.

Also, a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line of the present invention comprises: low-speed path terminating devices that terminate low-speed paths; and plural high-speed path terminating devices that demultiplex plural low-speed paths to high-speed paths in the middle of the low-speed paths and terminate the high-speed paths. Here, each of the path terminating devices has a means for generating error notification information upon detection of error conditions of a received path signal and the device. The high-speed path terminating devices have a means for inserting an identifier of a high-speed path or device in error condition and the time when the error condition was detected, together with the error notification information, as monitoring information, into overhead on a frame format of a high-speed path of a next section, and a means for transferring monitoring information from a preceding section. The low-speed path terminating devices have a means for separating the time when an error condition was

detected from the monitoring information received from an adjacent high-speed path terminating device, and comparing the time with the time when an error condition in a low-speed path was detected.

(Function)

In the system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line of the present invention, the identifier of a high-speed path in which an error condition was detected is inserted into overhead on frame formats of all low-speed paths housed in the high-speed path as monitoring information, and low-speed path terminating devices separate the monitoring information from the overhead of a receiving low-speed path to analyze the monitoring information.

In the system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line of the present invention, the high-speed path terminating devices have a means for inserting an identifier of a high-speed path or device in error condition and the time when the error condition was detected, together with error notification information, as monitoring information, into overhead on a frame format of a high-speed path of a next section, and transfer monitoring information from a preceding section, and the low-speed path terminating devices separate the time when an error condition was detected from the monitoring information received from an adjacent high-speed path terminating device, and compare the time with the time when an error condition in a low-speed path was detected.

(Preferred embodiments)

Hereinafter, preferred embodiments of the present invention will be described with reference to the accompanying drawings.

FIG. 1 is a drawing showing the configuration of a multiplex transmission line to which a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line according to an embodiment of the present invention is applied. The multiplex transmission line shown in the drawing includes low-speed paths LP_1 and LP_2 , low-speed path terminating devices LT_A and LT_C , and high-speed path terminating devices HT_A , HT_B , and HT_C , which are placed between the low-speed paths, demultiplex the low-speed paths to high-speed paths HP_A , HP_{B1} , and HP_{B2} , and terminate the high-speed paths. Each of the devices includes a means for generating monitoring information from a received signal and operation conditions of the device.

The following describes the operation of the multiplex transmission line. Generally, the high-speed paths and the low-speed paths allow bidirectional transmission. However, here, only unidirectional transmission will be described. In the high-speed path terminating devices, high-speed paths that they terminate, and identifier IDs assigned to identify the devices themselves are stored in advance. The high-speed path terminating device HT_A inserts monitoring information S_A of the device to overheads on frame formats of the low-speed paths LP_1 and LP_2 . The high-speed path terminating device HT_B inserts monitoring information S_A transferred by the overheads of the low-speed paths LP_1 and LP_2 , and monitoring information S_B

containing error condition notification information of the high-speed path HP_A and the device to the respective overheads of the low-speed paths. Likewise, the high-speed path terminating device HT_C inserts the monitoring information (S_A + S_B) transferred by the overhead of the low-speed paths LP1 and monitoring information S_C containing error notification information of the high-speed path HP_{B1} and the device to an overhead of the low-speed path LP₁.

In this way, the low-speed path terminating device LT_C can automatically collect monitoring information of all the high-speed paths and the high-speed path terminating devices through which the terminated low-speed path LP_1 has passed. Accordingly, by relating a detected error condition of the low-speed path with error conditions of the high-speed paths and the high-speed path terminating devices through which the low-speed path has passed, the cause of the error condition can be determined.

FIG. 2 is a block diagram showing in detail the construction of the high-speed path terminating devices HT_B and HT_C , and the low-speed path terminating device LT_C which are shown in FIG. 1. In this embodiment, a 150-Mb/s signal (STM-1) is used as a high-speed path, and a 52-Mb/s signal (VC-32) is used as a low-speedpath. FIG. 3 shows frame formats of the 150-Mb/s signal and the 52-Mb/s signal. Symbols shown are as described in Table 1, and bytes marked with X may be freely used in individual countries. Of the path overhead, byte F2 provided for maintenance personnel and reserved bytes Z3 to Z5 are available

to the present invention. In this configuration, the F2 byte is used to transfer monitoring information.

Table 1 (symbols of FIG. 3)

Overhead byte		Usage
Section overhead	A1, A2	Frame synchronization
	B1, B2	Error monitoring in error monitoring section zone of relay section zone
	D1 - D3	Used for maintenance
	D4 -	
	D12	·
	E1, E2	Voice communication for maintenance personnel
	C1	Specification of STM-1 multiplex signal within STM-M
	K1, K2	Switching control and alarm transfer in section zone
	F1	Used for maintenance personnel
	Z1, Z2	Reserved
Pointer	H1, H2	Indication of start phase of VC-32 path
	H3	Frequency synchronization
Path	J1	VC-32 path connection path confirmation
overhead	В3	Error monitoring in VC-32 path zone
	C2, G1	Alarm transfer
	F2	Used for maintenance personnel
	H4	Multiframe display
	Z3 - Z5	Reserved

The following three error conditions are defined: "signal disconnection," "an error rate of a specified value or greater (an error rate is calculated using a bit error detected by the B1, B2, and B3 bytes within a device)," and "failure of concerned device such as failure of a receiving circuit." Accordingly, the high-speed path terminating devices have a means for generating error condition notification information ALMH from received operation information of high-speed paths and operation information of the devices. The means comprises: frame synchronizing circuits 11 and 21 that detect signal disconnection

when synchronization cannot be established between frames; error detecting circuits 12 and 22 that detect the occurrence of an error; error rate calculating circuits 13 and 23 that detect that an error rate exceeds a prescribed value; and device monitoring circuits 14 and 24 that monitor a failure of the concerned devices. Also, monitoring information generating circuits 17 and 27 are provided to add an identifier ID_N (stored in storage circuits 15 and 25 in advance) indicating a terminated high-speed path name or a device name to the error condition notification information ALM_H and assemble monitoring information S_B and S_C .

The low-speed path terminating devices have a means for generating error condition notification information ALM_L from received operation information of low-speed paths and operation information of the concerned devices. The means comprises: an error detecting circuit 32 that detects the occurrence of an error; an error rate calculating circuits 33 that detects that an error rate exceeds a prescribed value; and a device monitoring circuit 34 that monitors a failure of the concerned devices.

The high-speed path terminating device HT_B separates monitoring information from received path overheads of the low-speed paths LP_1 and LP_2 housed in the high-speed path HP_A , adds monitoring information S_B generated in the device to the monitoring information, and inserts again the resultant monitoring information to the path overheads of the low-speed paths LP_1 and LP_2 . The high-speed path terminating device HT_C separates monitoring information from a received path overhead

of the low-speed path LP1, adds monitoring information Sc generated in the device to the monitoring information, and inserts again the resultant monitoring information to the path overhead of the low-speed path LP1. The low-speed path terminating device LT_{C} compares monitoring information of high-speed paths transferred by a received path overhead of the low-speed path LP1 and monitoring information detected in the device to determine the cause of a failure. Specifically, the high-speed path terminating devices HT_B and HT_C include low-speed path separating circuits 18 and 28 for separating the low-speed paths housed in the high-speed paths, and selecting circuits 19-1, 19-2, and 29 that separate F2 byte of the path overheads of the low-speed paths and, according to the existence of absence of error condition notification information ALM_{H} from the monitoring information generating circuit, again insert monitoring information of the separated signal without modification, or additionally insert the output of the monitoring information generating circuits 17 and 27. The selecting circuits are provided corresponding to the low-speed paths. high-speed path terminating device HTB includes low-speed path multiplexing circuits 20-1 and 20-2 that again multiplex the low-speed paths to the high-speed paths.

On the other hand, the low-speed path terminating device LT_C includes an F2 separating circuit 37 that separates F2 byte of overheads of the low-speed paths, and an analyzing circuit 38 that compares monitoring information inserted by the high-speed path terminating devices and transferred in F2 byte,

and monitoring information detected in the concerned devices to determine the cause of a failure of the low-speed paths.

The following describes a method of inserting monitoring information into overhead on a frame format of the low-speed paths. In FIG. 2, assume that an error (error rate deterioration: error rate exceeding a prescribed value) occurs in the high-speed path HPa. The detecting circuit 12 of the high-speed path terminating device HTB detects error rate deterioration of the high-speed path HPa and sends error condition notification information ALMHa to the monitoring information generating circuit 17. The monitoring information generating circuit 17 reads identifier IDHA of the high-speed path HPa from the storage circuit 15, generates monitoring information S_B , and sends it to the selecting circuits 19-1 and 19-2.

The selecting circuits 19-1 and 19-2 insert the monitoring information S_B into the path overhead F2 byte of the low-speed path LP_1 , and changes error monitoring byte B3 of VC-32 path zone. Specifically, the VC-32 path being a low-speed path is monitored end-to-end (between the low-speed path terminating devices LT_A and LT_C in this embodiment) using bit interleaved parity. Therefore, if monitoring information S_B is inserted midway, a failure of the low-speed path could not be monitored. A method of changing B3 byte will be described using FIG. 4, which is a drawing showing a detailed construction of the selecting circuits. In the drawing, the reference number 41 designates a parity check circuit; 42, an F2 separating circuit; 43, a data receiving circuit; 44, a data combining circuit; 45,

a data sending circuit; 46, an F2 inserting circuit; and 47, a parity changing circuit. In this operation, an inputted low-speed path LP1 signal is checked in the parity check circuit 41 to see if an error has occurred up to that point. At the same time, F2 byte is separated from the path overhead by the F2 separating circuit 42, and monitoring information is fetched from a preceding zone by the data receiving circuit. The data combining circuit 44 sends the monitoring information SB to the data sending circuit 45 in a period during which there is no monitoring information from the preceding zone. sending circuit 45 adds a frame signal for data communication and the like to the monitoring information SB, assembles an existing HDLC signal, and sends it to the F2 inserting circuit The F2 inserting circuit 46 inserts the signal sent from the data sending circuit 45 to F2 byte of the path overhead of the low-speed path P_1 . The parity adding circuit 46 recalculates interleaved parity of the low-speed path (VC-32 path) into which the monitoring information S_B is inserted, and puts the calculation result in B3 byte of the next frame as parity bits. At this time, when the parity check circuit 41 detects an error, 1/0 of a corresponding bit is inverted to keep a monitoring status in the preceding zone.

The error rate calculating circuits 33 of the low-speed path terminating device LT_{C} detects error rate deterioration of the low-speed path LP_{1} caused by error rate deterioration in the high-speed paths, and sends error condition notification information ALML1 to the analyzing circuit 38. On the other

hand, another input terminal of the analyzing circuit 38 receives the high-speed path monitoring information S_B transferred in F2 bytes of the path overhead of the low-speed path LP_1 after being separated by the F2 separating circuit 37. The analyzing circuit 38, by comparing the error condition notification information ALM_{L1} and the high-speed path monitoring information S_B , can determine that the error rate deterioration of the low-speed path has been caused by the error rate deterioration of the high-speed path HPA.

According to the above-mentioned system of monitoring a multiplex transmission line, in a system of monitoring operation conditions of a low-speed path by a low-speed path terminating device, monitoring information indicating operation conditions of a high-speed path terminating device installed in the middle of the low-speed path is inserted into an overhead on a frame format of a main signal of the low-speed path and automatically transferred to a low-speed path terminating device provided in a receiving end of the low-speed path, whereby a communication line for a monitoring information signal different from the main signal path is disabled, and the low-speed path terminating device is enabled to easily collect information about the cause of possible quality change

To be more specific, in the above-mentioned system of monitoring a multiplex transmission line, in a point where a failure (error) is detected, failure contents are added to the overhead on the frame format. When a failure occurs in a

high-speed path, information about the failure is put in the overhead of the low-speed path housed in the high-speed path.

The frame format of a main signal is defined in G.707, G.708, G.709, and others recommenced in International Consultative Committee for Telephone and Telegraph (CCITT). As paths in this embodiment, signals of various speeds including section are available. The section overhead and the path overhead have plural free bytes that can be used for various purposes. These bytes can be used to effectively transfer necessary monitoring information. The above-mentioned recommendations G.707, G.708, and G.709 are described in detail in "Blue Book" issued from International Telecommunication Union.

FIG. 5 is a drawing showing the configuration of a multiplex transmission line to which a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line according to another embodiment of the present invention is applied. The multiplex transmission line shown in the drawing includes low-speed path terminating devices LT_A , LT_B , and LT_D installed in both ends of low-speed paths LP_1 , LP_2 , and LP_3 , and high-speed path terminating devices HT_A , HT_{B1} , HT_{B2} , HT_C , and HT_D , installed in the middle of the low-speed paths, which demultiplex the low-speed paths to high-speed paths HP_A , HP_{B1} , HP_{B2} , HP_{B3} , and HP_C , and terminate the high-speed paths. Each of the devices includes a means for generating monitoring information from a received signal and operation conditions of the device.

The following describes the operation of the multiplex

transmission line. Generally, the high-speed paths and the low-speed paths allow bidirectional transmission. However, here, only unidirectional transmission will be described. the high-speed path terminating devices, high-speed paths that they terminate, and identifier IDs assigned to identify the devices themselves are stored in advance. The high-speed path terminating device HTA inserts monitoring information SA of the device to overhead of the high-speed path HPA. The high-speed path terminating device HT_{B1} adds monitoring information S_{B1} including error condition notification information of the high-speed path HPA and the device to the monitoring information SA transferred by the overhead of the high-speed path HPA of the preceding zone, and inserts the resultant monitoring information $(S_A + S_{B1})$ to overhead of high-speed path of the next zone. At this time, the low-speed paths LP1 and LP2 housed in the high-speed path HPA are separated to the high-speed paths HP_{B1} and HP_{B2} , respectively. Therefore, the monitoring information $(S_A + S_{B1})$ is inserted into overheads of both the high-speed paths HP_{B1} and HP_{B2}. Likewise, the high-speed path terminating device $\mbox{HT}_{\mbox{\scriptsize C}}$ adds monitoring information $\mbox{\scriptsize S}_{\mbox{\scriptsize C}}$ including error condition notification information of the high-speed paths $\mathrm{HP}_{\mathrm{B}3}$ and $\mathrm{HP}_{\mathrm{B}1}$ and the device to the monitoring information $\mathrm{S}_{\mathrm{B}2}$ $transferred\,by\,overhead\,of\,the\,high-speed\,path\,HP_{B3}\,and\,monitoring$ information $(S_A + S_{B1})$ transferred by overhead of the high-speed path HPB1, and inserts the resultant monitoring information (SA $+ S_{B1} + S_{B2} + S_{C}$) into overhead of the high-speed path HP_C on the next zone. The high-speed path terminating device HTD adds

monitoring information of the high-speed path HP_C and the device to monitoring information transferred by overhead of the high-speed path HP_C , and transfers the resultant monitoring information to the low-speed path terminating device LT_D over an inter-device information line L.

In this way, the low-speed path terminating device LT_D can keep track of monitoring information of all high-speed paths and high-speed path terminating devices through which the low-speed path LP_1 and LP_3 have passed. Therefore, when an error condition is detected in a low-speed path, the low-speed path terminating device LT_D can determine the cause of the error condition by relating the detected error condition with error conditions of the high-speed paths and the high-speed path terminating devices through which the low-speed path has passed.

FIG. 6 is a block diagram showing in detail the configuration of the high-speed path terminating devices HT_C and HT_D , and the low-speed path terminating device LT_D shown in FIG. 5. In this example, a 150-Mb/s signal (STM-1) is used as high-speed paths, and a 52-M signal (VC-32) is used as low-speed paths. Frame formats of the 150-Mb/s signal and 52-M signal are as shown in FIG. 3. The upper three rows of section overhead are bytes used in relay zones, and when the relay zones are included to locate a failure, bytes D1 to D3 used for maintenance operation in Table 1, byte F1 for use by maintenance personnel, and bytes marked with X within the upper three lines are available to the present invention. In this embodiment, F1 byte is used to transfer monitoring information.

As described above, the following three error conditions are defined: "signal disconnection," "an error rate of a specified value or greater," and "failure of concerned device such as failure of a receiving circuit." Accordingly, the high-speed path terminating devices have a means for generating error condition notification information ALMH from received operation information of high-speed paths and operation information of the concerned devices. The means comprises: frame synchronizing circuits 11 and 31 that detect signal disconnection when synchronization cannot be established between frames; error detecting circuits 12 and 32 that detect the occurrence of an error; error rate calculating circuits 13 and 33 that detect that an error rate exceeds a prescribed value; and device monitoring circuits 14 and 34 that monitor a failure of the concerned devices. Also, monitoring information generating circuits 19 and 39 are provided to add error detection time TM_H (obtained from clocks 16 and 36) and an identifier IDN (stored in storage circuits 15 and 35 in advance) indicating a terminated high-speed path name or a device name to the error condition notification information ALMH and assemble monitoring information SC and SD.

The low-speed path terminating devices, as a means for generating error condition notification information ALM_L from received operation information of low-speed paths and operation information of the concerned devices, has an error detecting circuit 52 that detects the occurrence of an error. The high-speed path terminating device HT_C in which an error rate

exceeds a predetermined value separates monitoring information from section overhead of the receiving high-speed path $\mbox{HP}_{\mbox{\footnotesize{S1}}}$ and HPs3, adds monitoring information Sc generated in the device, and inserts the resultant monitoring information into overhead of the high-speed path HPc of the next stage. The high-speed path terminating device HT_D separates monitoring information from the section overhead of the receiving high-speed path HPc, adds monitoring information S_D generated in the device, and transfers the resultant monitoring information to the low-speed path terminating device via the information line L. low-speed path LTD compares the high-speed path monitoring information sent from the high-speed path~terminating device HT_{D} via the information line L and monitoring information detected in the device, and determines the cause of failure. Specifically, the high-speed path terminating devices HT_{C} and HT_{D} include F1 separating circuits 17 and 37 that separate F1 byte from receiving high-speed paths, and data receiving circuits 18 and 38 that fetch monitoring information from a separated signal. They also include selecting circuits 21 and 41 that, according to the existence of absence of error condition notification information ALM_H, transfer monitoring information from the preceding high-speed path sections to the next high-speed path section without modification, or adds the output of the monitoring information generating circuits 19 and 39 to transfer the monitoring information to the next section. Demultiplexing circuits 20 and 40 demultiplex low-speed paths housed in the high-speed paths. The high-speed path terminating device HT_{C}

includes an F1 inserting circuit 23 that inserts monitoring information into F1 byte of the high-speed path HP_c .

On the other hand, the low-speed path terminating device $\mathrm{LT_D}$ includes a comparing circuit 64 that compares time $\mathrm{TM_L}$ (given by clock 56) when an error was detected in the low-speed paths, and $\mathrm{TM_H}$ in monitoring information sent from the high-speed path terminating device, and relates it with error condition notification information $\mathrm{ALM_L}$ detected in the device.

To perform message communication, the high-speed path terminating devices HT_{C} and HT_{D} include data receiving circuits 18 and 19, and data sending circuits 22 and 24, and the low-speed path terminating device LT_{D} includes a data receiving circuit 58. High-quality communication can be easily performed by using existing HDLC protocol or the like as communication protocols among the sending and the receiving circuits. FIG. 7 shows the configuration of HDLC frame used to transmit monitoring information as a message.

The following describes a method of inserting monitoring information into overhead on a frame format of a high-speed path and a method of determining the cause of failure. In FIG. 6, assume that failures (error rate deterioration: an error rate of a prescribed value or greater) occurred in the high-speed paths HP_{B1} and HP_{B3} at times TM_{H1} and TM_{H3} , respectively. The detecting circuit 12 of the high-speed path terminating device HT_C detects error rate deterioration of the high-speed path HP_{B1} and sends error condition notification information ALM_{H1} to the monitoring information generating circuit 19. The monitoring

information generating circuit 19 reads the time TMH1 when the error rate deterioration was detected from the clock 16, and the identifier ${\rm ID}_{\rm H1}$ of the high-speed path ${\rm HP}_{\rm H1}$ from the storage circuit 15, generates monitoring information S_{c1} , and sends it to the selecting circuit 21. Also for error rate deterioration of the high-speed path HPB3, in the same way, monitoring information S_{C3} (error condition notification information ALM_{H3} , detection time TM_{H3} , identifier ID_{H3}) is generated and sent to the selecting circuit 21. Since there is no monitoring information transferred by overhead of the high-speed paths HPB1 and HPB3 of the preceding section, the selecting circuit 21 sends only monitoring information S_c ($S_{c1} + S_{c2}$) generated in the device to the data sending circuit 22. The data sending circuit 22 assembles the monitoring information to HDLC frame configuration, and the F1 inserting circuit 23 inserts it into overhead on frame format of the high-speed path HPc. In this case, in the F1 byte, a message shown in FIG. 8 is sent.

In the high-speed path terminating device HT_D of the next stage, because the high-speed path HP_C and the device are not in error condition, monitoring information of the F1 byte separated by the F1 separating circuit 37 is transferred to the low-speed path terminating device LT_D via the information line L.

The error rate calculating circuit 53 of the low-speed path terminating device LP_D detects error rate deterioration caused by the error rate deterioration that occurred in the high-speed path HP_{B1} , and sends error condition notification

information ALM_{L1} to the comparing circuit 64. The comparing circuit 64 reads the time TM_{L1} when the error rate deterioration was detected from clock 56, and compares it with times TM_{H1} and TM_{H3} separated from the monitoring information S_c . The following expression is satisfied between times when error conditions due to an identical cause were detected:

$$TM_{L1} = TM_{H1} + \alpha$$

 α designates transmission delay time in a high-speed path and processing time within a device, usually no more than 100 ms. In comparing detection times, by using several hundreds of milliseconds as a permissible error range, it can be correctly determined that the error condition notification information ALM_{L1} and ALM_{H1} occurred for an identical cause. Since time difference between TM_{L1} and TM_{H3} is greater than several hundreds of milliseconds, it is impossible to erroneously determine that the cause of ALM_{L1} is the same as that of ALM_{H3} . By thus comparing detection times, even when failures occur in plural paths terminating in the low-speed path terminating device LT_D , a high-speed path causing a failure of each path can be easily located.

In the above-mentioned system of monitoring a multiplex transmission line, failure occurrence time is used as failure information and put in the overhead. The terminating part of a low-speed path detects when the path failed. Assume that the time is A. When a high-speed path fails, failure information including time information is put in the overhead of the high-speed path. Assume that the time is B. By comparing the

times A and B, it is determined that a cause at A is in the high-speed path in which the failure at B occurred.

[Effect of the invention]

As has been described above, according to the present invention, error condition notification information detected in a high-speed path terminating device is transmitted as monitoring information together with an identifier of a high-speed path or a device, to a low-speed path terminating device, using overheads on frame formats of all low-speed paths housed in the high-speed path. Or error condition notification information detected in the high-speed path terminating device is transmitted as monitoring information together with an identifier of a high-speed path or a device, and the time when it was detected, to the low-speed path terminating device, successively via high-speed path terminating devices, using overheads on frame formats of the high-speed paths. Therefore, the low-speed path terminating device can locate a failure section by relating an error condition of a low-speed path signal detected in the device with error conditions of high-speed paths. As a result, additional communication lines from each path terminating device to a monitoring device for locating a failure section are not required. Moreover, a network configuration database indicating connection relationships among terminating devices for locating failure sections becomes unnecessary, so that operations for maintaining the database become unnecessary.

4. Brief Description of the Drawings

FIG. 1 is a drawing showing the configuration of a multiplex transmission line to which a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line according to an embodiment of the present invention is applied. FIG. 2 is a block diagram showing in detail the construction of the high-speed path terminating devices, and the low-speed path terminating device which are used in FIG. 1. FIG. 3 is a drawing showing frame formats of 150-Mb/s signal and 52-Mb/s signal that show the configuration of overhead of the embodiment of FIG. 1. FIG. 4 is a drawing showing the construction of the selecting circuits used in the high-speed path terminating devices of FIG. 2. FIG. 5 is a drawing showing the configuration of a multiplex transmission line to which a system of monitoring an SDH digital multiplex transmission line according to another embodiment of the present invention is applied. FIG. 6 is a block diagram showing in detail the configuration of the high-speed path terminating devices, and the low-speed path terminating device which are used in the multiplex transmission line of FIG. 5. FIG. 7 is a drawing showing the configuration of a message of monitoring information inserted into F1 byte. FIG. 8 is a drawing showing a message of monitoring information inserted into F1 byte. FIG. 9 is a drawing the construction of a conventional system of monitoring a multiplex transmission line.

HTA, HTB, HTC, HTD ... High-speed path terminating device HPA, HPB, HPC ... High-speed path

LTA, LTB, LTC, LTD ... Low-speed path terminating device

LP1, LP2, LP3 ... Low-speed path

Agent: Patent Attorney, Hidekazu Miyoshi

FIG. 2

High-speed path terminating device HTc(高速バス~)

- 18, 28. Low-speed path separating circuit
- 19-2, 29. Selecting circuit
- 20-2. Low-speed path multiplexing circuit
- 11, 21. Frame synchronizing circuit (signal disconnection detection)
- 12, 22, 32. Error detecting circuit
- 13, 23, 33. Error rate calculating circuit
- 14, 24, 34. Device monitoring circuit
- 15, 25. Storage circuit
- 17, 27. Monitoring information generating circuit

Low-speed path terminating device LTc (低速バス〜)

- 37. F2 separating circuit
- 38. Analyzing circuit

FIG. 3

270 bytes (270バイト)

9 bytes (9バイト)

261 bytes (261バイト)

9 rows (9列)

Pointer (ポインタ)

Section overhead (セクション~)

87 bytes (8 7 バイト)

Bus overhead (バス〜)

STM-1: Synchro transport module level 1

VC-32: Virtual container 32

VC-11: Virtual container 11

FIG. 4

- 19-1. Selecting circuit
- 41. Parity check circuit
- 42. F2 separating circuit
- 43. Data receiving circuit
- 44. Data combining circuit
- 45. Data sending circuit
- 46. F2 inserting circuit
- 47. Parity changing circuit (B3 changed)

Monitoring information S (from the monitoring information generating circuit 17) (監視情報 $S\sim$) .

FIG. 5

Information line L (情報線L)

FIG. 6

High-speed path terminating device HT_c (高速バス〜)

- 17, 37. F1 separating circuit
- 21, 41. Selecting circuit

Low-speed path terminating device LTp (低速バス〜)

- 11, 31. Frame synchronizing circuit (signal disconnection detection)
- 12, 32, 52. Error detecting circuit
- 13, 33, 53. Error rate calculating circuit
- 14, 34, 54. Device monitoring circuit

15, 35, 55. Storage circuit

16, 36, 56. Clock

18. Data receiving circuit

19, 39. Monitoring information generating circuit

20. Demultiplexing circuit

22, 42, 58 Data sending circuit

23. F1 inserting circuit

64. Comparing circuit

Information line L (情報線L)

FIG. 7

End flag F (終了フラグ)

Frame check sequence FCS $(7V-\Delta\sim)$

Error condition notification information ALM_H (異常状態~)

Detection time TM_H (検出~)

Identifier ID_H (識別子)

Control C (制御)

Address A (アドレス)

Start flag F (開始フラグ)

Information I (情報)

Time (時間)

FIG. 8

 ALM_{H3} error notification information ($ALM_{H3}\sim$)

 TM_{H3} detection time $(TM_{H3}\sim)$

 ID_{H3} identifier $(ID_{H3}\sim)$

 ALM_{H1} error notification information $(ALM_{H1}\sim)$

 TM_{H1} detection time $(TM_{H1}\sim)$

 ID_{H1} identifier $(ID_{H1}\sim)$

Error notification of high-speed path HP_{B3}(高速バスHP_{B3}~)

Error notification of high-speed path HP_{B1} (高速バス HP_{B1} ~)

Time (時間)

FIG. 9

Area A (エリアA)

Low-speed path terminating device T_{LA} (低速バス終端装置T_{LA})

High-speed path terminating device T_{HA} (高速バス終端装置T_{HA})

Failure information A_{LA} (故障情報A_{LA})

Failure information A_{HA} (故障情報A_{HA})

Alarm collecting device DSV_A(警報収集装置DSV_A)

Monitoring controller TMOSA (監視制御装置TMOSA)

Failure point P (故障点)

High-speed path PN (高速バス)

Area B (エリアB)

Low-speed path terminating device T_{HN} (低速バス終端装置T_{HB})

High-speed path terminating device T_{LB} (高速バス終端装置 T_{LB})

Low-speed path PL (低速バス)

Failure information A_{HB} (故障情報A_{HB})

Failure information A_{LB} (故障情報 A_{LB})

Alarm collecting device DSV_B (警報収集装置 DSV_B)

Monitoring controller TMOS_B(監視制御装置TMOS_B)

Center device MOS_{AB} (センタ装置)